

(54) MAGNETRON

(11) 2-230640 (A) (43) 13.9.1990 (19) JP

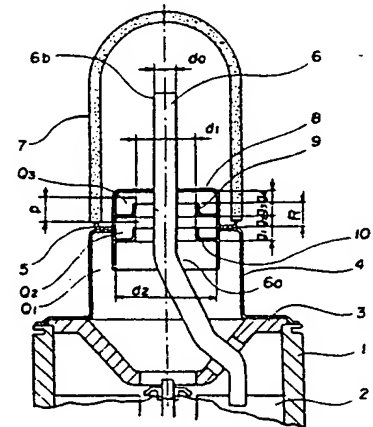
(21) Appl. No. 64-49873 (22) 3.3.1989

(71) HITACHI LTD (72) AKIICHI HARADA

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> H01J23/54, H01J23/40

**PURPOSE:** To suppress radiation of interfering wave such as a higher harmonic so as to facilitate manufacturing and assembly process by providing resonant cavities along an axis of an antenna lead at a pitch of a specific wave length, in the output part.

**CONSTITUTION:** On one edge of an anode cylinder 1 along the axis of an anode cylinder 1, output side sealing members 4, 5, and an output insulator 7 to be sealed air-tight by these are provided. In side of the output part formed out of the sealing members 4, 5, and the insulator 7, an antenna lead 6 extended along the axis is provided, and inside of the output part, resonant cavities composed of hat-shaped metal members 9, 10 are installed along the axis of the antenna lead 6, at a pitch of 0.2-0.3 wave length (roughly  $1/4\lambda$ ) of the specific frequency  $\lambda$  to a specified frequency. Noise suppressing effect of the resonant cavities contributes to larger noise suppressing effect.



## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-230640

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>H 01 J 23/54  
23/40

識別記号

B

庁内整理番号

7013-5C  
7013-5C

④ 公開 平成2年(1990)9月13日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全9頁)

⑭ 発明の名称 マグネトロン

⑰ 特 願 平1-49873

⑱ 出 願 平1(1989)3月3日

⑲ 発 明 者 原 田 明 一 千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所茂原工場内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 武 頭次郎 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

マグネトロン

## 2. 特許請求の範囲

1. 陽極円筒の軸方向一端に、出力側封止部材と、この出力側封止部材を気密封止する出力側絶縁物を備え、上記出力側封止部材と出力側絶縁物とで形成される出力部の内部に、軸方向に延在するアンテナリードを有するマグネトロンにおいて、上記アンテナリードの上記出力部内の周囲に、上記アンテナリードの軸に対して回転対称形状を有する特定周波数に共振する1または複数個の共振空洞を持つ共振空洞ブロックを設け、上記共振空洞ブロックの少なくとも一部を上記出力側封止部材から上記出力側絶縁物側に突出させて配置したことを特徴とするマグネトロン。

2. 請求項1において、複数個設ける前記共振空洞は、前記特定周波数の波長に対し0.2～0.3波長のピッチで前記アンテナリードの軸方向に配置したことを特徴とするマグネトロン。

3. 請求項2において、前記複数個の共振空洞は、その共振周波数が前記特定周波数の波長の略0～5%高い周波数に設定された少なくとも一つの共振空洞と、その共振周波数が前記特定周波数の波長の略0～5%低い周波数に設定された少なくとも一つの共振空洞とから構成されたことを特徴とするマグネトロン。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、電子レンジ等の高周波利用機器に用いられるマグネトロンに係り、特にアンテナから放射される高調波などの特定の不要電波を抑止すると共に、製造が容易な構造を有するマグネトロンに関する。

(従来の技術)

この種のマグネトロンにおいては、上記高調波の放射を抑止するために、たとえば実公昭61-161946号公報に記載のように、該マグネトロンの出力側封止部材の内側に、管体の半径方向に延びる少なくとも1個の高周波チョーク用のひだを設け

ている。

(発明が解決しようとする課題)

上記従来の技術によるマグネトロンは、上記公報に開示のように、その封止部材の中に配置した平板状の金属部材により共振空洞を形成する構造を有し、アンテナリードは、ベインに固定されて磁極貫通穴を垂直方向(管軸方向)に貫通するように折り曲げられ、さらにアンテナ軸に達したところで曲げられてアンテナ軸上に延在し、封止部材から突出して所定の出力端子構造を形成している。

上記のアンテナ軸に達して曲げられる部位は磁極に近い部分で行い、封止部材中のアンテナリードの直線部分を長くしなければならない。

しかし、陰極アセンブリを陽極に封止する際には、該陰極を固定軸上に固定するための固定治具を出力側から挿入する必要がある。

この治具の出し入れを行うために、アンテナリードを変形させて上記治具の作業空間を確保している。

発明の目的は、製造、組立てが容易で、かつ高調波等の妨害電波の放射を抑制した低雑音のマグネトロンを提供することにある。

(発明が解決しようとする課題)

上記目的は、陽極円筒の軸方向一端に、出力側封止部材と、この出力側封止部材を気密封止する出力絶縁物を備え、上記出力側封止部材と出力側絶縁物とで形成される出力部の内部に、軸方向に延在するアンテナリードを持ち、上記出力部内に、特定の一つの周波数に対して、該特定の周波数の波長 $\lambda$ の0.2~0.3波長(略1/4 $\lambda$ )のピッチで、複数列の共振空洞をアンテナリードの軸方向に設置することにより達成される。

一般に、高周波電力を伝送する伝送線路の途中に共振回路を挿入することにより、フィルタを構成することができる。同軸線路の中に阻止したい電波の電気長(管内波長)の1/4(0.25 $\lambda$ )の長さにチョーク構造を形成させると、その電波は透過できなくなる。これは、チョークの開放端からチョーク部を見たインピーダンスは、そ

そして、上記陰極を陽極軸上に固定する作業を終えた後に、アンテナリードの整形工程により、上記曲げ部を正しく整形するという面倒な工程を必要としていた。

封止部材の中に円板状等の共振空洞部材をいれた場合、該空洞共振部材を貫通するアンテナリードが円板の穴の軸から大きく外れて該円板に近づく、マグネトロンの基本波の伝播特性に影響が出、さらにその部分からの基本波の反射により発振特性に影響を及ぼし、極端な場合にはアンテナリードが溶断する等の問題が発生する。

上記の問題を解決するには、アンテナリードの曲り部の位置を磁極に近づけるか、封止部材を大きくしなければならない。

しかし、アンテナリードの曲り部を磁極に近づけるとアンテナの整形が困難となり、特性のパラッキが大になつて量産性に支障をきたし、また、封止部材を大きくすると、マグネトロンのサイズが大となつて、実用性が低下するという問題がある。

の位置が短絡面より1/4 $\lambda$ の距離にあるので、その電波に対しては無限大となるため、同軸部のチョーク開放端位置から負荷側をみたインピーダンスが無視できるようになり、負荷側にかかる電圧が零になるためである。

このことは、理想的な同軸線路内のチョーク構造についてのことであるが、一般的には、インピーダンスがその電波に対して最大、または極大になるような共振空洞(共振回路)をマグネトロンの出力部に付設することが、不要電波の漏洩防止効果を得るために重要である。

したがって、マグネトロンの出力部のように、アンテナリードに対する出力側封止筒状部材の径が6~8倍もある場合は、チョークの円筒部の長さは、阻止したい電波の電気長の1/4よりも短くする必要がある。これは、チョーク開放端部と近接する金属部分の間の容量を考慮しなければならないため、チョーク部の共振点がずれるからである。

すなわち、特定の周波数に共振する複数の共振

空洞を、特定周波数の略4分の1波長のピッチ（特定周波数の0.2～0.3波長のピッチ）で該アンテナリードの軸方向に配列することにより、複数の共振空洞の抑止効果が加算される（このような状況では、共振空洞は同軸モード、すなわちTEMモードではなく、ラジアルモード、TE<sub>11</sub>モード、TE<sub>21</sub>モード、TM<sub>01</sub>モード等の共振空洞であつてよい）。これ等の共振空洞は、それぞれのモードで、その管内波長、特性インピーダンスが異なるために、TEMモードの管内波長の1/4の長さの円筒部を持つチヨーク構造はTEMモード以外のモードでは意味をなさなくなる。

一見、TEMモードと同様な共振空洞でも、共振空洞の最外径が大きい場合は、実際の共振空洞内の電界/磁界分布は変化しており、いわゆるラジアルモードの共振空洞になっている。

ラジアルモードの共振空洞では、該空洞の直径方向の寸法が誘導性を持つので、共振周波数に影響を与える。

ラジアルモードの共振器の場合の共振空洞の中

共振周波数も大きく変えることもできることがわかる。しかし、Hをあまり小さくすることは、この寸法の少しの寸法の変動に対する共振周波数の変化が大きくなるので、不適である。

共振周波数において最大の抑止効果を持つが、この周波数の近傍でも十分な効果が得られることも確認された。

なお、第10図に示したデータは、第9図のように、回転円筒体902の内径に対し、円板903の内径を小さくしても、また大きくしても、同様の結果が得られ、抑止効果があることが確認された。

また、第9図の寸法d<sub>2</sub>を変化させても、共振周波数が変化することは上記説明からも容易に推定できる。

さらに、第9図の寸法Hを一定にして、それぞれの共振空洞を特定のそれぞれの不要電波に共振周波数を合わせる場合には、同図の寸法Kを共振周波数の0.2～0.3波長にとると、相い隣る共振空洞の開口部から、当該共振空洞をみたときのインピーダンスが非常に小さくなっているの

で、心軸方向の寸法と共振周波数の関係を実験により求めた結果を以下に説明する。

第9図は共振空洞効果を実験した同軸管治具の断面図であつて、900は同軸管の外導体、901は同軸管の内導体（中心導体）、902は共振空洞を形成する断面がし字状の回転円筒体、903は回転円筒体902の開放端を塞ぐように配置された円板である。

なお、回転円筒体902、円板903には、中心導体901が貫通する穴があげられている。

この構成において、Qが共振空洞になる。

第10図は第9図における共振空洞Qの中心軸方向の寸法L、Hをパラメータとしたときの共振周波数の特性図であつて、横軸に寸法L（mm）を、縦軸に共振周波数（GHz）をとっている。

第9図、第10図において、共振空洞の軸方向の寸法は、特定な周波数、たとえばマグネトロン第5高調波に共振する条件でも広い範囲で選択が可能であることがわかる。

L寸法が同じでも、寸法Hを変えることにより、

相い隣る共振空洞の影響を受けにくくなり、それぞれの共振空洞の効果が損なわれない。

第10図における、寸法H=50～∞の意味は、H=50においても実質的には第9図の円板903が無い場合と等価であるということである。

伝送線路上での共振空洞の開口部のインピーダンスの絶対値は、共振周波数では最大もしくは極大になっている。この開口部のある伝送線路上から負荷をみたインピーダンスは、伝送線路の特性インピーダンスと仮定すると、この伝送路上でのインピーダンスは上記共振空洞のインピーダンスと上記特性インピーダンスの和として与えられる。特性インピーダンスは、通常50～130Ω程度であり、共振空洞のインピーダンスの方が遙かに大きな値を示す。したがって、上記インピーダンスの和も大きな値となる。

上記共振空洞の最大もしくは極大の場所から、共振周波数の略1/4波長離れた点で、共振空洞の方向をみたインピーダンスの絶対値は略零となり、これから1/4波長離れた点にもう一つの同

共振周波数の共振空洞をおくと、この開口部のインピーダンスの絶対値は最大もしくは極大（理論的には、無限大）となるため、負荷への透過電力はさらに小さくなる。

以下、共振空洞が3個以上の場合も、同様に解析でき、さらに透過電力を小さくすることができる。

上記ピッチの裕度については、共振空洞の特定周波数とのマッチングの精度を3%としたときには、そのピッチを特定周波数の波長の0.2~0.3波長に設定すれば、概略15dB以上の減衰がみこまれるので、実用可能な範囲である。

また、陰極を陽極に固定する際の組立を容易にする目的にたいしては、共振空洞ブロックの一部を出力側の封止部材より出力端子の絶縁物側に突出させた構成とすることにより、該目的を達成できる。

共振空洞ブロックは、同心状の回転円筒体で構成されており、それぞれの共振空洞は、異なる特定の不要雑音の周波数に共振するように設定され

ており、また、不要雑音のレベルによつては、2個以上の共振空洞を一つの特定不要雑音周波数に共振するように設定される。

さらに、アンテナリードの曲げ部と共振空洞ブロックとの位置関係は、少なくとも共振空洞ブロック内の共振空洞の開放端より磁極に近い側に上記アンテナリードの曲げ部が位置するようにするものである。

これにより、アンテナリードの整形工程を必要としないので、量産性が低下することはない。

なお、共振空洞ブロックを出力側封止部材に固定するつばの部分と共振空洞ブロックの外側との間にできる共振空洞も、特定周波数に共振点を合わせることににより、不要雑音を抑止できる。

したがって、出力側封止部材の形状を大きくさせることなく、出力構造部分内に共振空洞ブロックを設置可能となる。

（作用）

共振空洞ブロックの一部を出力側の封止部材より出力絶縁物側に突出させたため、共振空洞ブ

ックをアンテナリードの曲げ部を磁極側に持つてくることなく、アンテナリードの直線部にはば同軸状に配置できるので、出力側封止部材の形状を大きくすることなくアンテナリードの溶断等の発生がなくなる。

また、共振空洞ブロックは、それぞれ特定の周波数に共振し、その伝播を抑止するので、雑音の放射を防止できる。

（実施例）

以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

第1図は本発明によるマグネトロン第一実施例を説明する要部断面図であつて、1は陽極円筒、2はベイン、3は永久磁石（図示せず）により管軸方向に磁界を収束形成させるための磁極、4と5は出力側封止筒状部材、6は一つのベインに接続されて図示しない陽極空洞に発生したマイクロ波エネルギーを出力端子（アンテナ）に導くアンテナリードで、6aの部分で管軸方向に曲げられ、出力端子の先端6bまで直線状になつている。7

はセラミックス等で作られた絶縁性のドーム（出力側絶縁物）で、出力側封止部材4、5と気密封止されている。8は共振空洞を形成させるキャップ状金属部材で、低部にはアンテナが貫通する穴があげられている。9と10は共振空洞を形成する別のハット状金属部材で、つばの先端でキャップ状金属部材8に固着されている。ハット状金属部材9の円筒部に先端はキャップ状金属部材8の低部に対向して配置され、ハット状金属部材10の円筒部の先端はハット状金属部材9のつばの方向に対向している。

ここでは、共振空洞が $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$ の三個形成されている。このうち、 $Q_2$ 、 $Q_3$ が同じ特定の周波数に共振するように、ハット状金属部材9、10の円筒部の長さが調整されている。

キャップ状金属部材8とハット状金属部材9、10の厚さを0.5mmとし、図示の各寸法を、 $d_1 = 9\text{mm}$ 、 $d_2 = 19\text{mm}$ 、 $g_1 = 2.5\text{mm}$ 、 $g_2 = 2.0\text{mm}$ とした場合は、共振空洞 $Q_2$ の共振点は約12.25GHzとなり、電子レンジに使用されるマグネ

トロンの基本波の第5高調波にほぼ一致した。また、 $g_1 = 3.0 \text{ mm}$ 、 $g_2 = 3.5 \text{ mm}$ とした場合にも、約12.25 GHzで共振空洞 $Q_2$ が共振した。

さらに、 $g_1 = 3.0 \text{ mm}$ 、 $g_2 = 3.0 \text{ mm}$ では、約12 GHzで共振した。

また、ハット状金属部材10の内径を11.5 mm( $= d_1$ )、 $g_1 = 3.0 \text{ mm}$ としたときは、 $g_2 = 2.0 \text{ mm}$ で共振空洞 $Q_2$ の共振周波数が約12 GHzとなった。

共振空洞 $Q_2$ の共振周波数と、キャップ状金属部材8とハット状金属部材9、10の各寸法の関係も、上記と同じ結果になることは、容易に推定できる。

上記のように、空洞共振器のアンテナ軸方向の寸法、すなわち $(g_1 + g_2)$ または $(g_2 + g_4)$ は自由にコントロールでき、同様に、その共振周波数も自由にコントロールできる。

したがって、複数個の共振空洞を特定周波数の0.2～0.3波長の範囲のピッチで配置することも容易である。たとえば、上記した $g_1 = 2.5$

mm、 $g_2 = 2.0 \text{ mm}$ の場合は、 $(g_1 + g_2) = 4.5 \text{ mm}$ であるが、この場合は、たとえばハット状金属部材9のつば部の板厚を0.5 mmから1.5 mmとすることにより、共振空洞のピッチを調整することもできる。

以上の説明では、空洞 $Q_1$ 、 $Q_2$ の形状を同じものとしたが、共振周波数が特定周波数の近傍にそれぞれあれば、寸法上の相違があつても良好な結果が得られる。たとえば空洞 $Q_2$ は $d_1 = 9 \text{ mm}$ 、 $g_2 = 3.0 \text{ mm}$ 、 $g_4 = 3.5 \text{ mm}$ とすると、ピッチ $p$ は、 $p = (g_2 / 2 + g_2 + g_4 / 2) = 5.75 \text{ mm}$ となり、良好な結果が得られた。この場合は、2つの共振点がわずかに異なるため、広い周波数範囲にわたって大きな抑止効果が得られる。

共振周波数を特定周波数の近傍に設定するものにおいては、複数の共振空洞の少なくとも一つの共振周波数を、上記特定周波数より略0～5%高い周波数に設定し、他の共振空洞の少なくとも一つの共振周波数を、上記特定周波数より略0～5%低い周波数に設定して、特定周波数に対して周

波数の高い側と低い側とに共振点をずらすことで特定周波数の不要電波の放射を広い範囲で抑止できる。

また、アンテナリード6の曲げ部分6aは、共振空洞ブロック内の共振空洞よりも磁極側にあり、共振空洞のアンテナリードへの異常接近は起こらないので、マイクロ波スパーク等の発生を回避し、アンテナリードの溶断等を避けることができる。

さらに、共振空洞ブロックの先端は、絶縁物の中にその一部分が入っている為、アンテナリードに大きなマイクロ波電力が伝送されても、該絶縁物と出力側封止部材との銀蝟による接続点、およびその近傍の絶縁物が、そのマイクロ波の電界集中から保護されるので、絶縁物のクラック発生を防ぐことができると共に、共振空洞ブロックを出力構造部に入れることにより、実質的なマイクロ波のパスが変化し、出力結合度が増加するので、動作点に変化し、整合出力が増加する。

逆に、共振空洞ブロックのないマグネトロンと同じマイクロ波性能を持たせるようにするには、

アンテナの先端迄の距離(アンテナの高さ)を小さくすればよい。したがって、マグネトロンの出力部構造を小形化でき、構成材料の節約が可能となる。

また、マグネトロンを導波管に取りつけた場合、アンテナの先端と対向する導波管との距離が大きくなるので、上記したようなマイクロ波スパーク等の異常現象の発生を防止できる。

第2図は本発明の第2の実施例を示す要部断面図であつて、第1図と同一部分には同一符号を付してある。同図は、出力側封止部材4を2分割した4a、4bとし、出力側封止筒状部材5と共に出力側封止部を3分割した構造で共振空洞を構成したものである。

このような構造においても、 $p = (g_2 / 2 + g_2 + g_4 / 2)$ を特定周波数の0.2～0.3波長とすることにより抑止効果を得ることができる。

第3図は本発明の第3の実施例を示す要部断面図であつて、キャップ状金属部材8には底部がなくハット状金属部材9の円筒部の長さ、すなわち

$g_1$  は、 $g_1 = 4 \text{ mm}$  で、 $d_1 = 9.0 \text{ mm}$ 、 $d_2 = 19 \text{ mm}$  の場合は、空洞  $Q_1$  は約  $12.5 \text{ GHz}$  に共振点を持ち、共振空洞ブロックの空洞  $Q_1$  の開口部はアンテナ軸方向にある。

また、 $g_1 = 4.7 \text{ mm}$ 、 $d_1 = 9.0 \text{ mm}$ 、 $d_2 = 19 \text{ mm}$  の場合も、空洞  $Q_1$  の共振点は約  $12.5 \text{ GHz}$  になる。したがって、キャップ状金属部材 8 は必ずしも底部が必要ではない。このときは、 $g_1$  寸法は長くなる。

この実施例でも、第1図の構成と同様の効果が得られる。

第4図は本発明の第4の実施例を示す要部断面図であつて、アンテナリード 6 に共振空洞を取り付けた例である。

同図においては、共振空洞  $Q_1$ 、 $Q_2$  が一つの特定の周波数の近傍に共振点を持つ。

この構成でも上記と同様な効果が得られる。

第5図は本発明の第5の実施例を示す要部断面図であつて、第1図におけるキャップ状金属部材 8 ハット状金属部材 9、10 とを、同一の部品で

構成したものであり、同一部品を積み重ねる簡単な工程で、第1図と同様な効果を安価で達成できる。

第6図は本発明の第6の実施例を示す要部断面図であつて、共振空洞を円筒部のない円板 80, 81 で構成したものである。

この構成においても、上記と同様に、共振空洞  $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$  を特定周波数に対して  $0.2 \sim 0.3$  波長のピッチで配置することにより、所期の効果をえることができる。

第7図は本発明の第7の実施例を示す要部断面図であつて、第2図とは、共振空洞を構成するキャップ状金属部材 8、ハット状金属部材 9, 10 の形状が異なり、出力側筒状部材 5 とキャップ状金属部材 8 で空洞  $Q_1$  を形成したものである。

第8図は本発明の第8の実施例を示す要部断面図であつて、ハット状金属部材は二つの部材 9'、9'' から構成され、キャップ状金属部材 8 とハット状金属部材 9' で空洞  $Q_1$  を構成したもので、空洞  $Q_2$  と空洞  $Q_3$  とは、共にアンテナ軸方向に

並んで向いた構造としたものである。

#### (発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば、一つのある特定の周波数(例えば、第5高調波、モーディング周波数、サイドバンド周波数、など)の近傍に共振点を持つ複数の共振空洞があつた場合に、その共振空洞の開放端までのピッチを、上記特定の周波数の  $0.2 \sim 0.3$  波長に設定することで、それぞれの雑音抑止効果が加算されて大きな雑音抑止効果を得ることができる。

また、複数個の共振空洞の共振点を、抑止したい特定の周波数の高低側に設定することにより、該特定の周波数をより広い周波数帯域でカバーし、特定の不要電波の放射のスペクトラムが広がっているような場合にも、適用できる。

また、アンテナリードの成形が容易で、コンパクトな出力部構造であり、またマイクロ波スパークの発生が防止でき、信頼性の高いマグネトロンを安価に製造できる等、前記従来技術の問題を解決した優れた機能のマグネトロンの提供すること

ができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明によるマグネトロンの第一実施例を説明する要部断面図、第2図は本発明の第2の実施例を示す要部断面図、第3図は本発明の第3の実施例を示す要部断面図、第4図は本発明の第4の実施例を示す要部断面図、第5図は本発明の第5の実施例を示す要部断面図、第6図は本発明の第6の実施例を示す要部断面図、第7図は本発明の第7の実施例を示す要部断面図、第8図は本発明の第8の実施例を示す要部断面図、第9図は共振空洞効果を実験した同軸管治具の断面図、第10図は第9図における共振空洞  $Q$  の中心軸方向の寸法  $L$ 、 $H$  をパラメータとしたときの共振周波数の特性図である。

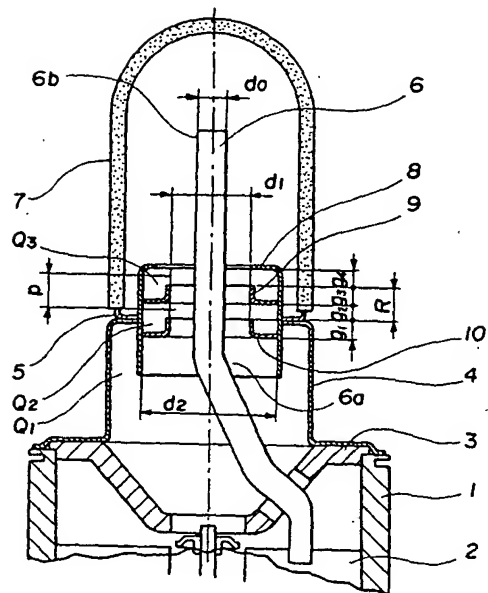
1・・・陽極円筒、2・・・ベイン、3・・・管軸方向に磁界を収束形成させるための磁極、4、5・・・出力側封止筒状部材、6・・・アンテナリード、6a・・・曲げ部、6b

先端部、7・・・絶縁性ドーム、8・・・キ  
ヤツプ状金属部材、9、10・・・ハツト状金属  
部材。

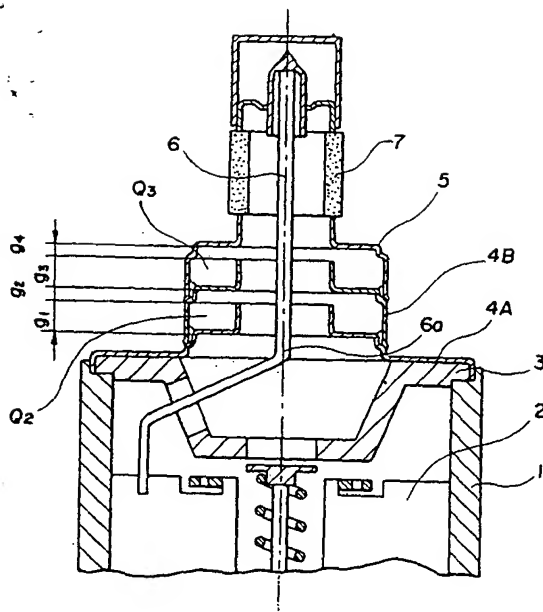
代理人 弁理士 武 顯次郎 (外1名)



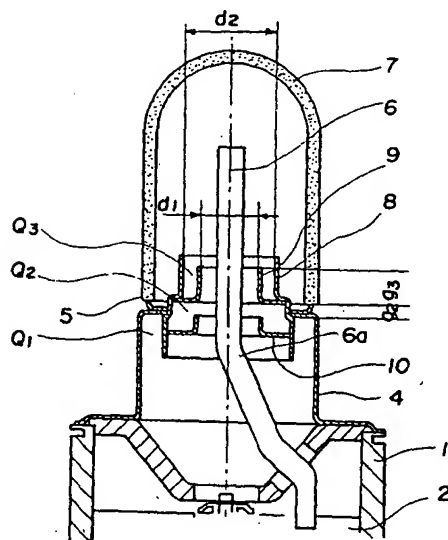
第1図



第2図

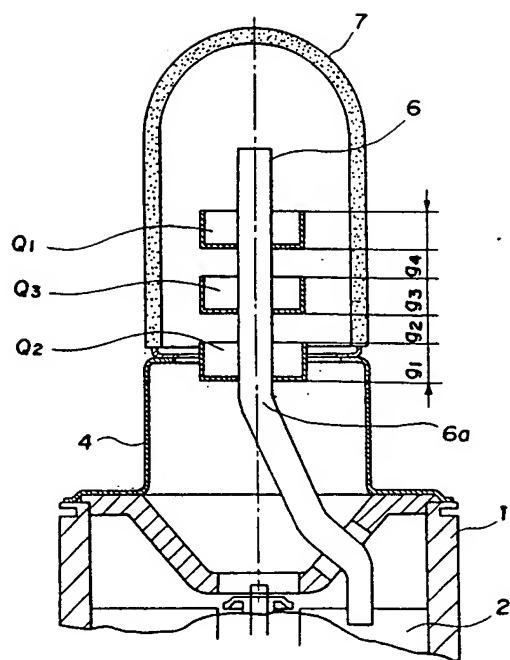


第3図

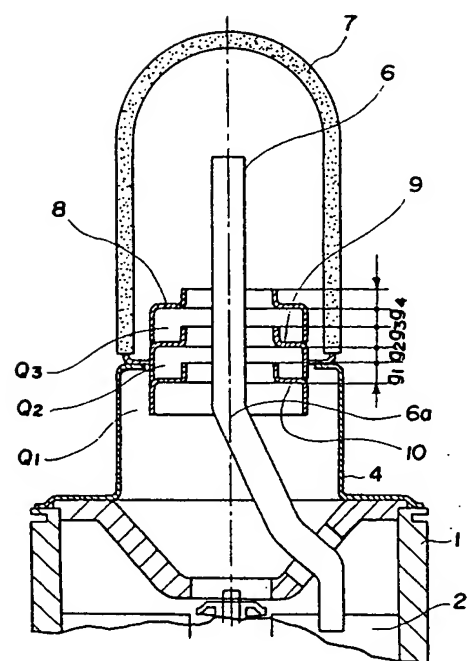




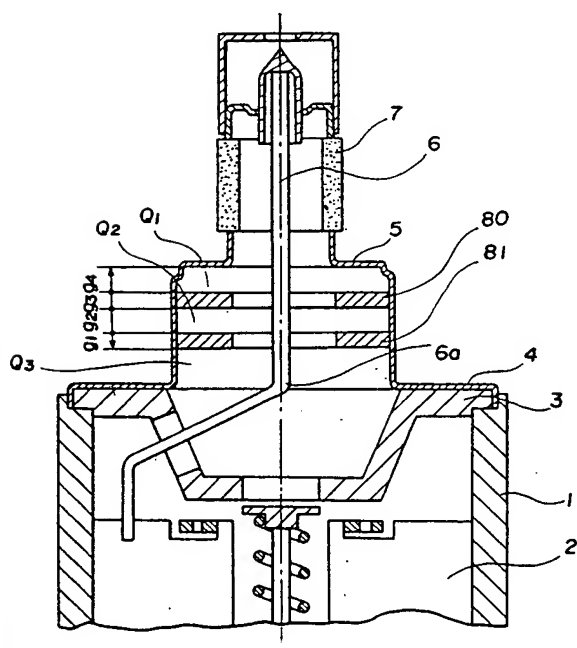
第4図



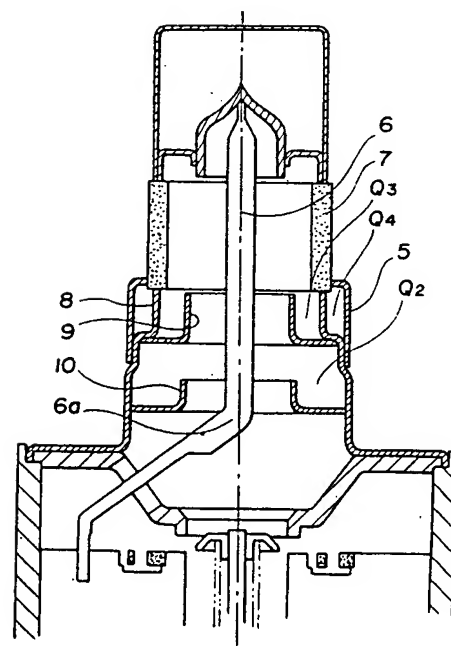
第5図



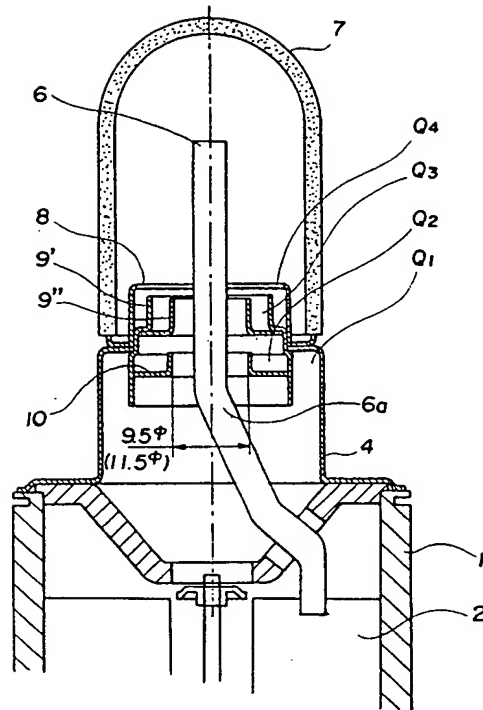
第6図



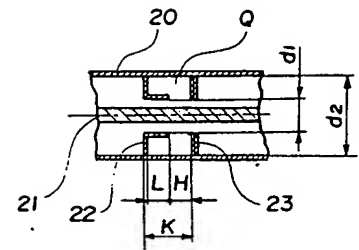
第7図



第 8 図



第 9 図



第10圖

